Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 2, Summer 2021, p. 175-192

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص. ۱۹۲-۱۷۵

مقاله علمی- پژوهشی

اثر انواع نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بر عملکرد و الگوی اسیدهای چرب شیر گاوهای هلشتاین

جواد نصیری[۱]، حسن علی‌عربی[۲*]، پویا زمانی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۲

چکیده

این مطالعه به‌منظور بررسی اثر انواع نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بر عملکرد و الگوی اسیدهای چرب شیر انجام شد. در این مطالعه از ۲۱ رأس گاو هلشتاین با روزهای شیردهی ۸/۵ ± ۳۰ استفاده شد. گاوها به سه گروه مساوی تقسیم و جیره‌های زیر را دریافت کردند: ۱. جیره شاهد ۲. جیره حاوی منبع چربی A (ساخته شده در آزمایشگاه)۳. جیره حاوی منبع چربی B (مرسوم در بازار). گاوها در سه نوبت دوشیده شدند. رکورد و مصرف خوراک به‌صورت روزانه ثبت شدند و نمونه‌گیری از شیر، خوراک و مدفوع جهت تعیین ترکیب به‌صورت هفتگی انجام گرفت. خون‌گیری از دام‌ها به عمل آمد. در پایان دوره آزمایش نمونه شیر جهت تعیین الگوی اسید چرب جمع‌آوری شد. مصرف ماده خشک در جیره شاهد ۵ درصد بیشتر از دو جیره دیگر بود در حالیکه میزان تولید شیر در جیره حاوی مکمل چربی A افزایش معنی‌داری نسبت به جیره شاهد داشت و با جیره حاوی مکمل چربی B تفاوتی نداشت. BCS و تغییرات وزن بدن تحت تاثیر جیره‌ها قرار نگرفت. مکمل چربی A بر قابلیت هضم فیبر جیره تاثیر منفی نداشت و مشابه جیره شاهد و مکمل چربی B بود. میزان C18:2 شیر گاوهای دریافت کننده جیره حاوی مکمل A نسبت به مکمل B و جیره شاهد به ترتیب ۲۱ و ۴۷ درصد افزایش داشت. درصد چربی و C14:0 شیر در جیره شاهد نسبت به دو جیره دیگر افزایش معنی‌دار پیدا کرد. مکمل چربی A می‌تواند به عنوان منبع چربی در اوایل دوره شیردهی استفاده شود و نتایج مشابهی با نمونه تجاری مرسوم داشت.

واژه‌های کلیدی: گاو شیری، ترکیب شیر، تولید شیر، نمک کلسیمی اسید چرب.

مقدمه

حدود ۴۰ درصد از گاوهای دنیا در قاره آسیا قرار دارند اما فقط ۷ درصد شیر دنیا را تولید می‌کنند. سطح عملکرد تولیدی دام در آسیا پایین بوده و در طی ۲۰ سال گذشته تغییر چندانی نداشته است. به توصیه سازمان خوار و بار جهانی مهمترین کاری که در این قاره بایستی انجام گیرد بهبود کیفیت و کمیت مواد خوراکی مورد استفاده است (۵۱). از بین مواد مغذی، تامین انرژی به عنوان یکی از احتیاجات غذایی در آغاز شیردهی اغلب بسیار مشکل است. بعد از زایش به دلیل تولید شیر نیاز به انرژی زیاد می‌شود که به علت کم بودن مصرف خوراک تعادل انرژی در دام منفی شده که این پدیده در اغلب گاوهای شیری به راحتی قابل رویت است. از طرفی دیگر دام‌ها در این زمان جهت جلوگیری از افت تولید از ذخایر بدنی جهت تامین کمبود انرژی استفاده می‌کنند و از آنجایی که جیره مصرفی قادر به تامین کل انرژی مورد نیاز دام نیست، دام کاهش وزن پیدا کرده که تاثیر منفی بر آمادگی گاو برای تولید مثل می‌گذارد. علاوه بر غلات، چربی‌ها نیز می‌توانند به عنوان منبع انرژی در جیره مورد استفاده قرار گیرند. یکی از این مواد خوراکی نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب می‌باشد (۱۴). مکمل چربی به این دلیل جهت تغذیه در گاوهای شیری مورد استفاده قرار می‌گیرد که ترکیبی متراکم از انرژی را داراست. بنابراین این مکمل غالبا در اوایل شیردهی جهت افزایش دادن غلظت انرژی قابل متابولیسم و کاهش بسیج بافت چربی در

۱-دانشجوی دکتری تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران.
۲-دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: h_aliarabi@yahoo.com)
DOI:10.22067/ijasr.v13i2.87392

گاوهای تازه‌زا کاربرد دارد (۷). تحقیقات نشان داده است که افـزودن چربی به جیره گاوهای شیرده تولید شیر را بهبود می‌بخشـد و تـداوم شیردهی را افزایش می‌دهد (۳۵). افزایش ۲ تا ۱۰ درصدی تولید شیر در گاوهای تغذیه شده با مکمل چربی نسبت به گاوهای تغذیه شـده با جیره بدون مکمل چربی گزارش شده است (۶). اثـر افـزودن انـواع مختلف منابع چربی از قبیل پنبه دانه، پیه حیوانی، نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر، روغن‌های پسمانده رستوران‌ها و چربـی-های محافظت شده به شکل قرص شده (prilled fat) در طول دوره شیردهی مطالعه شده و در اکثر موارد اثر مثبت این منابع بر تولید شیر مشاهده شده است (۲۵). یکی از محدودیت‌های استفاده از مکمل‌های چربی برای نشخوارکنندگان، اثرات منفی بر هضم الیـاف در شـکمبه هست (۳۱). در برخی از مطالعات، استفاده از منابع چربی غیرمحافظت شده، موجب کاهش قابلیت هضم الیاف (۴۴، ۵۶) و چربی شیر تولیدی در اوایل شیردهی (۲۲) شد. برخلاف این مطلب نیز برخـی محققـین گزارش کرده‌اند که افزودن چربی‌های محافظت‌شده به جیره گاوهای شیرده منجر به افزایش تولید شیر شده و اثـر منفـی بـر چربـی شـیر نداشته است (۴۰). دلیل این امر عدم تغییر تخمیر شکمبه بیان شـده اسـت. ازایـن‌رو، امـروزه در تغذیـه نشـخوارکنندگان از چربـی‌هـای محافظت‌شده استفاده می‌شود. اسـتفاده از چربـی محافظـت‌شـده بـه میزان ۳۹۰ تا ۱۰۰۰ گرم به‌صورت روزانه تأثیری بر هضم شکمبه‌ای نداشته است (۴۷). همچنین، این منابع چربی باعث بهبود بازده تبدیل انرژی در گاوهای شیرده شده‌اند (۱۳). با مصرف این چربی‌هـا، افـت وزن بدن در گاوهای با پتانسیل تولید بـالا در اوایـل دوره شـیردهی کاهش می‌یابد (۴۱). چربی‌های محافظت‌شده معمول شـامل چربـی محافظت‌شده بافرمالدئید، چربـی کریسـتاله شـده، اسـیدهای چـرب آمیدی، چربی‌های هیدروژنه شده و نمک کلسـیمی اسـیدهای چـرب بلند زنجیر (LCFA-Ca) هستند. نمک کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر قابلیت تجزیه‌پذیری کمتری در شکمبه نسبت به دیگـر منـابع چربی محافظت‌شده دارد (۴۵). با توجه به پایین بودن میزان تولیـد و همچنین تقاضا برای کیفیت بهتر مکمل چربی و با توجه به شـرایط حال حاضر کشور باید مطالعات بیشتری در این زمینه صـورت گیـرد؛ بنابراین هدف از انجام این مطالعـه، بررسـی تـاثیر اسـتفاده از نمـک کلسیمی اسیدهای چـرب سـاخته شـده در آزمایشـگاه (مکمـل A) و مقایسه آن با نمک کلسیمی اسیدهای چرب مرسوم در بـازار و جیـره بدون نمک کلسیمی اسیدهای چرب بر عملکرد گاوهای هلشتاین در اوایل دوره شیردهی بود.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر یکی از منابع نمک کلسـیمی اسـیدهای چـرب (مکمل چربی A) در آزمایشگاه تولیـد شـد. فرآینـد سـاخت بـه ایـن صورت بود که روغن مورد نظر با نمک‌های کلسـیمی مخلـوط شـد. سپس به آن آب افزوده و پس از حرارت دادن پیوندهای مورد نظر بـا استفاده از دستگاه IR (Infrared) بررسی شـد. در ایـن آزمـایش ۲۱ رأس گاو شیرده هلشتاین ازشرکت کشت و صـنعت تـوداک (اسـتان همدان، شهرستان فامنین) با روزهای شیردهی ۸/۵ ± ۳۰ و میانگین وزنی ۶۹/۴ ± ۵۷۳ کیلوگرم انتخاب و به ۳ گروه بـا تعـداد تکـرار ۷ رأس در هر گروه (هر گروه ۳ رأس گاو با یک شکم زایش و ۴ رأس گاو با بیش از یک شکم زایش) تقسـیم شـدند و جیـره‌هـای ذیـل را به‌صورت انفرادی و در حد اشتها دریافت کردند: ۱- جیره شاهد (بدون مکمل چربی)، ۲- جیره حاوی منبع چربیA و ۳- جیره حاوی منبع چربی B (پرشیافت ،شرکت کیمیا دانش الوند، تهران، ایران). مکمـل-های چربی حاوی ۱۲ درصد کلسیم و ۸۸ درصد چربی بودند. جیره‌ها به‌صورت کاملاً مخلوط (TMR) با غلظت یکسان پروتئین بودند و بر اساس جداول NRC (۳۹) تنظیم شدند. اجزا و ترکیب شیمیایی جیره-ها در جدول ۱ آورده شده است. الگوی اسیدهای چـرب جیـره‌هـا در جدول ۲ ذکر شده است.

گاوها بعد از شیردوشی نوبت صبح و قبل از دریافت وعده غذایی در روزهای ۳۰، ۷۰ و ۱۰۰ شیردهی، توزین و امتیازدهی بدنی شدند. امتیاز وضعیت بدنی (BCS) با استفاده ازسیستم نمره‌دهی ویلـدمن و همکاران (شماره ۱=لاغر تا ۵=چاق) توسط سه فرد مجرب به دسـت آمد (۵۵). گاوها روزانه سه بار دوشـیده شـدند و جیـره‌هـای غـذایی به‌صورت مصرف آزاد روزانه در ساعت‌هـای ۰۵:۳۰، ۱۴:۳۰ و ۲۲:۳۰ در اختیار دام‌ها قرار گرفت. در روز بعد، قبـل از تغذیـه وعـده صـبح باقیمانده جمع‌آوری و وزن شد.

نمونه‌گیـــری از مدفوع به روش جمـــع‌آوری مسـتقیم از راسـت روده هر دام دوبار در هفته انجام گرفـت. نمونـه‌هـا درآون خشـک و آسیاب شدند و سپس نمونه‌های هفتگی هر دام با هم مخلوط شـدند. نمونه‌گیری از جیره نیز هر هفته دوبار انجام شد. نمونـه‌هـا تـا زمـان اندازه‌گیری مواد مغذی در دمای ۲۰- درجـه سـانتی‌گـراد نگهـداری شدند(۲). ماده خشک جیره‌های کاملاً مخلوط شده مصرفی از طریـق خشک کردن در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن بـه وزن ثابـت اندازه‌گیری شد. میزان خاکستر خوراک و مدفوع از قرار دادن نمونه در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد پس از ۸ ساعت به دست آمد(۲). چربی و پروتئین خوراک و مدفوع طبق روش AOAC انـدازه‌گیـری شد(4). میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF) از طریق روش ون سوست و همکـاران (۵۳) و فیبـر نـامحلول در شـوینده اسـیدی (ADF) طبق روش AOAC(۴) اندازه‌گیری شد.

جدول ۱-اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (گرم در صد گرم ماده خشک)

Table 1-Ingredients and chemical composition of experimental diets (g/100g DM)

اجزا Ingredients	جیره Ration		
	شاهد Control	مکمل چربی A Supplement A	مکمل چربی B Supplement B
یونجه Alfalfa hay	20.44	20.51	20.51
سیلاژ ذرت Corn silage	20.33	20.41	20.41
جو آسیاب شده Barley grain, ground	17.99	17.04	17.04
ذرت آسیاب شده Corn grain, ground	16.99	16.04	16.04
کنجاله سویا Soy bean meal	13.79	13.84	13.84
کنجاله کلزا Canola Meal	6	6.02	6.02
پودر ماهی Fish powder	2	2.02	2.02
نمک کلسیمی اسیدهای چرب CSFA[1]	0	2.01	2.01
نمک Salt	0.39	0.38	0.38
سدیم بیکربنات Sodium bicarbonate	0.76	0.76	0.76
مکمل معدنی/ویتامینی Mineral/Vitamin premix	0.79	0.79	0.97
کربنات کلسیم Calcium carbonate	0.34	0	0
ترکیب شیمیایی(٪) Chemical composition (%)			
انرژی خالص شیردهی(مگا کالری بر کیلوگرم) NE_L(Mcal/kg)[2]	1.64	1.7	1.7
پروتئین خام Crude protein	17.8	17.7	17.5
عصاره اتری Ether Extract	2.4	4.2	4
خاکستر Ash	7.74	8	8.05
فیبر نامحلول در شوینده خنثی Neutral Detergent Fiber	30.3	29.9	30
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی Acid Detergent Fiber	19.4	19.2	19.4
کلسیم Calcium	0.5	0.4	0.35
فسفر Phosphorus	0.7	0.76	0.8

[۱]نمک کلسیمی اسیدهای چرب

[۲]محاسبه شده بر طبق NRC

[1] Calcium salt of fatty acids

[2] Calculated according NRC (2001)

جدول۲–الگوی اسید چرب جیره‌ها (درصد)
Table 2- Fatty acid profile of diets (%)

الگوی اسید چرب Fatty acid profile	جیره Ration		
	شاهد Control	مکمل چربی A Supplement A	مکمل چربی B Supplement B
C16:0	17.75	14.37	21.59
C16:1	0.2	0.12	0.46
C18:0	2.65	3.94	4.44
C18:1	21.43	22.11	29.92
C18:2	32	41.83	25.5
C18:3	11.3	8.71	6.69
سایر others	14.67	8.92	11.4
نسبت امگا ۶ به امگا ۳ n 6: n 3	2.83	4.80	3.81
اسیدهای چرب اشباع	20.15	18.31	26.03
اسیدهای چرب غیراشباع	79.85	81.69	73.97

قابلیت هضم مواد مغذی جیره با استفاده از خاکستر نامحلول در اسید به‌عنوان معرف غیرقابل‌هضم تعیین شد(۵۲). در پایان قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی با استفاده از رابطه پیشنهادی چرچ و پوند محاسبه شد(۱۸).

حجم شیر تولیدی به‌صورت روزانه ثبت و نمونه‌گیری از شیر به‌منظور تعیین ترکیب شیر به‌صورت هفتگی انجام شد. نمونه حاصل از شیر به دست آمده در سه نوبت شیردوشی در ظروف حاوی قرص های نگهدارنده (Broad Spectrum Microtabs II, USA) ریخته و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شد. پروتئین، چربی و لاکتوز شیر توسط دستگاه میلکواسکن (Milko-scan 133B,N. FOSS Electric, Denmark) تعیین گردید. تعداد سلول‌های سوماتیک (SCC) نمونه‌های شیر نیز توسط دستگاه شمارش سلولی دلاوال (DeLaval, Tumba, Sweden) اندازه‌گیری شد و همچنین در پایان آزمایش یک نمونه از شیر تولیدی هر گاو به نسبت ثابت بر اساس مقدار شیر دوشیده شده در هر وعده دوشش برداشته و برای تعیین الگوی اسید چرب شیر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. الگوی اسیدچرب با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC, shimadzu, 2014) در دو مرحله استخراج چربی و مشتق سازی تعیین گردید(۱۷، ۲۳ و ۳۰). پانزده میلی‌لیتر n–هگزان و ۲ میلی‌لیتر پتاس متانولی به ۲۰ میلی‌لیتر شیر اضافه شد. سپس در بن ماری ۵۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بدون تکان از فاز رویی برای تزریق به دستگاه برداشته شد.

در روزهای شیردهی ۴۵، ۷۰ و ۱۰۰ نمونه خون با استفاده از لوله‌های ونوجکت هپارینه تحت خلا جمع‌آوری و پلاسمای نمونه‌ها با استفاده از سانتریفیوژ با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه جداسازی گردید. نمونه‌های پلاسما در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان تجزیه نگهداری شدند. پس از یخ گشایی نمونه‌ها، کلسترول، تری‌گلیسرید و گلوکز با استفاده از کیت‌های پارس آزمون (تهران) و اسیدهای چرب غیر استریفیه (NEFA) با استفاده ازکیت شرکت Randox Laboratories Ltd., UK با روش کالری متریک و براساس دستورالعمل کیت مربوطه اندازه‌گیری شدند.

داده‌های این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل ۳ جیره و تعداد زایش ۲ و ۷ تکرار به‌صورت اندازه‌های تکرار شده با استفاده از رویه MIXED نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) تجزیه شدند؛ اما برای داده‌های قابلیت هضم و اسیدهای چرب شیر از رویه GLM استفاده شد. مدل آماری طرح به‌صورت زیر بود:

$$Y_{ijkL}=\mu+D_i+P_j+DP_{ij}+W_k+DW_{ik}+PW_{jk}+DPW_{ijk}+Ea_{ij.L}+E bijkL \qquad (۱)$$

در این مدل، Y_{ijkL} متغیر وابسته، μ میانگین صفت مشاهده شده، D_i اثر جیره، P_j اثر تعداد زایش و DP_{ij} بر هم کنش جیره و تعداد زایش، W_k اثر هفته، DW_{ik} بر هم کنش جیره و هفته، PW_{jk} برهم کنش تعداد زایش و هفته، DPW_{ijk} بر هم کنش جیره، تعداد زایش و هفته، $Ea_{ij.L}$ خطای اصلی آزمایش و Eb_{ijkL} خطای فرعی آزمایش بود. میانگین کمترین مربعات با استفاده از آزمون توکی کرامر در سطح خطای ۰/۰۵ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

جدول ۳ نتایج مربوط به مصرف ماده خشک، تغییرات وزن بدن و BCS را نشان می‌دهد. محققان بیان کرده‌اند که اثر مکمل‌های چربی بر ماده خشک مصرفی متغیر است(۳۸). تنوع مشاهده شده به عوامل مختلفی مانند منبع و شکل چربی، مرحله تولید و میزان ماده خشک مصرفی مربوط است(۱۵).

در آزمایش حاضر مصرف ماده خشک در جیره حاوی مکمل A در مقایسه با شاهد و جیره حاوی مکمل B تفاوت نداشت که در توافق با نتایج گذشته بود (۱۶ و ۲۴). به نظر می‌رسد عدم تاثیر مصرف مکمل‌های A و B بر مصرف ماده خشک احتمالا به دلیل خنثی بودن مکمل چربی در شکمبه و نداشتن اثرات سوء بر تخمیر شکمبه باشد. با توجه به مشابهت در قابلیت هضم مواد مغذی بین جیره‌ها در مطالعه حاضر به نظر می‌رسد دلیل عدم تغییر در میزان مصرف ماده خشک احتمالا به خاطر خنثی بودن مکمل A در شکمبه است. پژوهشگران دیگر (۲۱) نیز عدم تغییر در مصرف را هنگام تغذیه نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب گزارش کردند. اما عامل آن را سطح پایین چربی و عدم ایجاد محدودیت متابولیکی که از طریق عدم تفاوت در سطح NEFA خون ارزیابی شد دانستند. با توجه به سطح NEFA پلاسما در مطالعه حاضر می‌توان گفت که این سطح از مکمل‌های چربی A و B محدودیت متابولیکی ایجاد نکرده‌اند. مخالف با نتایج حاضر، بعضی از مطالعات کاهش در مصرف ماده خشک را به دلیل خوش خوراک نبودن نمک‌های کلسیمی گزارش کرده‌اند (۲۸،۳۴ و ۴۶). با توجه به میزان مصرف ماده خشک بین جیره‌ها در مطالعه حاضر، مکمل چربی A کاهشی در میزان خوش-خوراکی ایجاد نکرد. مطالعات دیگر افزایش ماده خشک مصرفی را به دنبال تغذیه نمک‌های کلسیمی گزارش کرده‌اند (۳۷) که دلیل این امر را پایین بودن حرارت افزایشی مکمل‌های چربی دانستند (۳). با توجه به اینکه مطالعه حاضر در منطقه سردسیر کشور و در فصل پاییز انجام شده است، احتمالا گرمای حاصل از هضم خوراک تاثیر قابل توجهی بر مصرف ماده خشک نداشته است.

استفاده از مکمل‌های چربی در مطالعه حاضر تاثیری بر امتیاز بدنی نداشت. براون -کراودر و همکاران (۱۱) نتایج مشابهی با افزودن مکمل چربی گزارش کردند. محققین دلیل این امر را شیفت انرژی به سمت تولید شیر از طریق اسیدهای چرب غیراشباع گزارش کردند (۲۶). در این مطالعه میزان اسیدهای چرب غیراشباع در مکمل چربی A نسبت به جیره شاهد بالاتر است و احتمالا باعث جهت‌دهی انرژی به سمت تولید شیر شده است.

قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، NDF، ADF و عصاره اتری تحت تأثیر جیره‌ها قرار نگرفت (P≥ ۰/۰۵، جدول ۴). همسو با نتایج مطالعه حاضر، پژوهشگران دیگر(۳۴ و ۴۶) نیز گزارش کردند که نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب به دلیل عبور از شکمبه، قابلیت هضم مواد مغذی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهند. مکمل چربی عبوری در سطح ۵ تا ۱۵ درصد از ماده خشک جیره اثر نامطلوبی بروی تخمیر شکمبه‌ای نداشت (۱۳). بااین‌حال بات و ساهو (۶) قابلیت هضم بالاتری از عصاره اتری در تغذیه چربی‌های محافظت‌شده نسبت به گروه شاهد گزارش کردند. این محققین قابلیت هضم بالای نمک کلسیمی اسیدهای چرب در روده را عامل اصلی آن می‌دانند.

تاثیر استفاده از نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بر تولید شیر نشان داد (جدول ۵) که مقدار شیر تولید گاوهای دریافت کننده جیره حاوی مکمل چربی A در مقایسه با تیمار شاهد بالاتر بود (P≤ ۰/۰۵) اما با جیره حاوی مکمل چربی B تفاوت نداشت. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود تولید شیر پس از گذشت دو هفته از شروع آزمایش در گاوهای دریافت‌کننده مکمل چربی افزایش معنی‌داری پیدا کرد. اثرات استفاده از مکمل چربی بر تولید شیر در مطالعات انجام شده متناقض بوده است که احتمالاً مرتبط با سطح و منبع چربی در دوره شیردهی است (۴۳). نتایج این مطالعه همسو با نتایج سایر محققین (۱۹، ۴۰، ۴۲ و ۴۷) بود. تولید شیر بیشتر احتمالا به دلیل افزایش مصرف انرژی کل از طریق مشارکت دادن مستقیم اسیدهای چرب بلند زنجیر در چربی شیر است که این نظریه مورد تایید پالمکوئیست (۴۲) می‌باشد. به نظر می‌رسد مکانیسم دیگری که در افزایش تولید شیر هنگام تغذیه مکمل چربی دخالت دارد، صرفه‌جویی در مصرف گلوکز است که با ممانعت از سنتز دنووی اسیدهای چرب در غده پستانی توسط اسیدهای چرب جیره، احتمالا از اکسیداسیون گلوکز برای تولید اکی‌والان‌های احیاکننده برای سنتز چربی شیر جلوگیری کرده و این گلوکز اضافی ممکن است در سایر فرآیندهای شیر مثل سنتز لاکتوز شرکت کند و تولید شیر را افزایش دهد (۴۸). نتایج مطالعه حاضر نیز همسو با نتایج این محققین می‌باشد و همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود مکمل چربی A باعث افزایش معنی‌دار میزان لاکتوز در جیره حاوی مکمل A شده است. از طرفی تغییر در ترکیب اسید چرب بافتی توسط مکمل چربی، که می-تواند بر تقسیم‌بندی مواد مغذی تاثیرگذار باشد ممکن است مسئول این افزایش تولید باشد (۲۶).

درصد چربی شیر در جیره شاهد بیشتر از دو جیره دیگر بود(۰/۰۱ ≥P). این افزایش درصد چربی شیر در هفته دوم آزمایش مشاهده شد (شکل ۲). به طور معمول مکمل نمودن جیره با مکمل‌های غنی از اسیدهای چرب چند غیراشباع، موجب کاهش در میزان چربی شیر می‌شود(۱۰،۱۹ و ۵۴). کاهش چربی شیر در مطالعه حاضر را می‌توان ناشی از میزان بالای اسیدهای چند غیراشباع در جیره‌های حاوی مکمل‌های A و B دانست. به نظر می‌رسد کاهش درصد چربی شیر به کاهش سنتز اسیدهای چرب در بافت پستان نیز مرتبط است(۱). در مطالعه کوینارد و همکاران (۱۶) علت کاهش چربی شیر بر اثر تغذیه نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب را الگویی از اسیدهای چرب نمک‌های کلسیمی بیان کردند.

سایر محققین نیز (۴۹) هنگام تغذیه نمک‌های کلسیمی روغن سویا و کانولا تغییری در درصد چربی شیر مشاهده نکردند که دلیل آن را میزان استفاده از نمک کلسیمی (یک درصد ماده خشک) گزارش کرده‌اند.

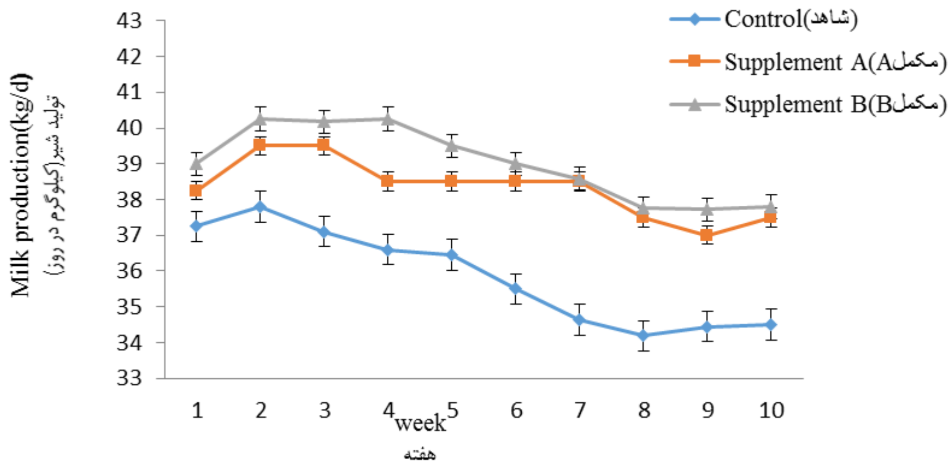
جدول۳- اثر جیره‌های آزمایشی روی مصرف ماده خشک، وزن بدن و امتیاز وضعیت بدنی

Table 3- Effect of experimental diets on dry matter intake, body weight and BCS

		جیره Diet		شکم زایش Parity			P value				
مورد Item	شاهد Control	حاوی مکمل چربی A Supplement A	حاوی مکمل چربی B Supplement B	شکم زایش۱ Primiparous	چند شکم زایش Multiparous	SEM	جیره Diet	شکم زایش Parity	شکم زایش*جیره Diet*Parity	هفته week	هفته*جیره Diet*week
مصرف ماده خشک DMI [2](kg/d)	21.67	20.59	20.91	19.03[b]	23.08[a]	0.39	0.1737	<0.0001	0.932	0.1642	0.2745
تغییر وزن بدن BW[3] Change (kg)	0.298	0.363	0.31	.359	0.288	0.03	0.9432	0.7821	0.8842	<0.0001	0.9834
امتیاز وضعیت بدنی BCS[4]	2.74	2.71	2.7	2.73	2.7	0.03	0.7222	0.3542	0.9181	0.0012	0.6412

[۱] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P< 0.05)

[1]Means in column with different superscripts differ significantly (P<0.05).
[2]Dry Matter Intake
[3]Body Weight
[4]Body Condition Score



شکل ۱– میانگین هفتگی تولید شیر در جیره‌های حاوی مکمل چربی نسبت به شاهد.

Figure 1- Weekly average of milk production in rations containing fat supplement compared to control.

جدول٤– اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی جیره(٪)

Table4- Effect of experimental diets on DM and nutrients digestibility (%)

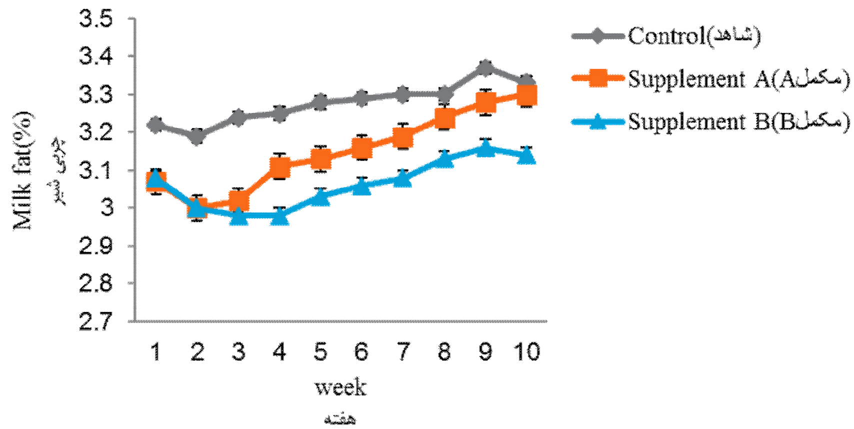
مورد Item	شاهد Control	جیره Diet: حاوی مکمل چربی A Supplement A	حاوی مکمل چربی B Supplement B	شکم زایش Parity: شکم زایش ۱ Primiparous	چند شکم زایش Multiparous	SEM	P value: جیره Diet	شکم زایش Parity	شکم زایش*جیره Diet*Parity
ماده خشک DM[1]	66.06	65.33	66.34	66.67	65.15	1.49	0.8824	0.3912	0.8241
پروتئین خام CP[2]	67.65	66.21	67.38	67.96	66.21	1.38	0.7411	0.2945	0.5631
فیبر نامحلول در شوینده خنثی NDF[3]	57.44	55.54	56.31	57.1	55.76	1.56	0.6922	0.4634	0.5724
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ADF[4]	56	54.02	55.09	55.71	54.37	1.54	0.6734	0.4621	0.6343
عصاره اتری EE[5]	55.02	58.04	59.2	57.93	56.92	1.37	0.1182	0.5312	0.7732

[1]Dry Matter
[2]Crude Protein
[3]Neutral Detergent Fiber
[4]Acid Detergent Fiber
[5]Ether Extract

اثر جیره‌های حاوی مکمل چربی A و B بر درصد پروتئین شیر نسبت به جیره شاهد معنی‌دار نبود. تقی‌زاده و همکاران (۵۰) گزارش نمودند که مرحله شیردهی حیوان در رابطه با کاهش پروتئین شیر تاثیرگذار است بطوریکه در اوایل شیردهی، مکمل چربی اثری روی

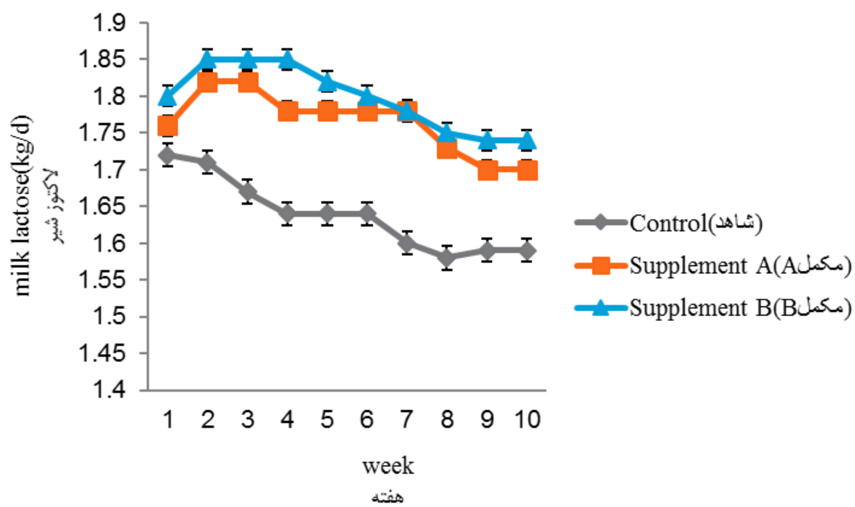
پروتئین شیر ندارد. همچنین درصد لاکتوز شیر نیز تحت تاثیر جیره‌ها قرار نگرفت. این یافته با داده‌های آویال و همکاران (۵) هماهنگ بود. لاکتوز شیر گاوها غالبا تحت تاثیر جیره غذایی قرار نمی‌گیرد. بیشتر مطالعات، عدم پاسخ به لاکتوز را هنگام استفاده از مکمل چربی گزارش کرده‌اند. با توجه به اینکه لاکتوز عامل تنظیم فشار اسمزی در غده پستان می‌باشد و از طریق این ماده آب به بافت پستان انتشار می‌یابد، غلظت لاکتوز تا حدود ۹۵٪ ثابت می‌ماند (۵).

میزان اسید لینولئیک شیر در جیره حاوی مکمل چربی A بیشتر از جیره شاهد بود ($P\leq$ ۰/۰۵) و از لحاظ عددی بیشتر از جیره حاوی مکمل چربی B بود. اسیدهای چرب متوسط زنجیر (به جز C14:1) و کوتاه زنجیر C8:0 و C4:0 در جیره‌های حاوی مکمل‌های چربی از لحاظ عددی کاهش یافتند. این کاهش در مورد C14:0 معنی‌دار بود($P\leq$ ۰/۰۵). درصد C8:0 شیر در جیره شاهد ۱۶ درصد بیشتر از گاوهای دریافت‌کننده مکمل چربی بود(جدول ۶).



شکل ۲–میانگین هفتگی درصد چربی شیر در جیره‌های حاوی مکمل چربی نسبت به شاهد.

Figure 2. Weekly average milk fat percentage in rations containing fat supplement compared to control



شکل ۳– میانگین هفتگی میزان لاکتوز شیر در جیره‌های حاوی مکمل چربی نسبت به شاهد.

Figure 3– Weekly average of milk lactose in rations containing fat supplement compared to control.

جدول٤- اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی جیره(٪)

Table4- Effect of experimental diets on DM and nutrients digestibility (%)

مواد Item	جیره Diet			شکم زایش Parity			P value		
	شاهد Control	حاوی مکمل چربی A Supplement A	حاوی مکمل چربی B Supplement B	شکم زایش ۱ Primiparous	چند شکم زایش Multiparous	SEM	جیره Diet	شکم زایش Parity	شکم زایش*جیره Diet*Parity
ماده خشک DM[2]	66.06	65.33	66.34	66.67	65.15	1.49	0.8824	0.3912	0.8241
پروتئین خام CP[3]	67.65	66.21	67.38	67.96	66.21	1.38	0.7411	0.2945	0.5631
فیبر نامحلول در شوینده خنثی NDF[4]	57.44	55.54	56.31	57.1	55.76	1.56	0.6922	0.4634	0.5724
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ADF[5]	56	54.02	55.09	55.71	54.37	1.54	0.6734	0.4621	0.6343
عصاره اتری EE[6]	55.02	58.04	59.2	57.93	56.92	1.37	0.1182	0.5312	0.7732

[۱] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$)

[1] Means in column with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).
[2] Dry Matter
[3] Crude Protein
[4] Neutral Detergent Fiber
[5] Acid Detergent Fiber
[6] Ether Extract

جدول ۵- اثر جیره‌های آزمایشی روی تولید و ترکیب شیر

Table 3- Effect of experimental diets milk production and composition

مورد Item	جیره Diet			شکم زایش Parity			P value				
	شاهد Control	حاوی مکمل چربی A Supplement A	حاوی مکمل چربی B Supplement B	شکم زایش۱ Primiparous	چند شکم زایش Multiparous	SEM	جیره Diet	شکم زایش Parity	شکم زایش*جیره Diet*Parity	هفته week	هفته*جیره Diet*week
تولید شیر Milk production (kg/d)	35.61[b]	38.42[a]	39.14[a]	33.39[b]	42.05[a]	0.89	0.03222	<0.0001	0.9892	<0.0001	0.7534
شیر تصحیح شده (۴٪) FCM[2](4%)(kg/d)	31.66	33.38	33.54	29.21[b]	36.5[a]	0.71	0.1543	<0.0001	0.9254	0.0023	0.2336
چربی شیر Milk fat (%)	3.27[a]	3.13[b]	3.05[b]	3.18	3.13	0.03	0.0002	0.1516	0.4735	<0.0001	0.4145
چربی شیر Milk fat (kg/d)	1.16	1.20	1.19	1.06[b]	1.31[a]	0.02	0.4933	<0.0001	0.8318	0.8135	0.0092
پروتئین شیر Milk protein (%)	2.98	2.93	2.92	2.94	2.93	0.02	0.1547	0.9737	0.7444	<0.0001	<0.0001
پروتئین شیر Milk protein (kg/d)	1.06	1.12	1.14	0.98	1.23	0.02	0.0934	<0.0001	0.8843	0.3736	0.0434
لاکتوز شیر Milk lactose (%)	4.61	4.61	4.61	4.59	4.62	0.02	0.9934	0.7723	0.9742	0.1431	0.9932
لاکتوز شیر Milk lactose (kg/d)	1.64[b]	1.77[a]	1.8[a]	1.54	1.94	0.04	0.0343	<0.0001	0.9812	<0.0001	0.7111
تعداد سلول‌های بدنی SCC[3] (*1000cells/ml)	66.43	57.23	58.54	49.21	72.26	13.27	0.8712	0.1543	0.4822	0.8323	0.6371

[۱] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P< 0.05)

[1]Means in column with different superscripts differ significantly (P<0.05)
[2]Fat Corrected Milk.
[3]Somatic Cell Count

جدول٦- اثر جیره‌های آزمایشی بر پروفیل اسید چرب شیر(گرم در صد گرم اسیدهای چرب)

Table 6- Effect of experimental diets on milk fatty acids profile(g/100g fatty acids)

مورد Item	جیره Diet شاهد Control	حاوی مکمل چربیA Supplement A	حاوی مکمل چربیB Supplement B	شکم زایش Parity شکم زایش ۱ Primiparous	چند شکم زایش Multiparous	SEM	P value جیره Diet	شکم زایش Parity	شکم زایش*جیره Diet*Parity
C4:0	1.9	1.55	1.59	1.73	1.62	0.12	0.1102	0.4607	0.1425
C6:0	1.87	2.08	1.92	2.05	1.87	0.13	0.4823	0.2344	0.9219
C8:0	1.63	1.22	1.37	1.41	1.4	0.12	0.1133	0.9825	0.7228
C10:0	3.01	2.36	2.71	2.63	2.76	0.25	0.2091	0.6412	0.9340
C12:0	3.46	3.15	3.25	3.33	3.24	0.33	0.8043	0.8223	0.6312
C14:0	12.81[a]	9.06[b]	10.1[b]	10.47	10.84	0.85	0.0202	0.7143	0.9122
C14:1	0.41[b]	0.84[a]	0.61[a]	0.69	0.55	0.07	0.0023	0.0822	0.3433
C16:0	32.97	27.77	29.22	30.03	29.94	1.77	0.1343	0.9614	0.8445
C16:1	1.38	1.47	1.49	1.46	1.43	0.09	0.6745	0.7543	0.8032
C18:0	12.75	13.76	13.4	13.4	13.2	0.51	0.3829	0.7291	0.8915
C18:1	23.6	26.68	26.37	25.84	25.27	0.99	0.0802	0.6222	0.0831
C18:2	2.82[b]	5.32[a]	4.18[a]	3.79	4.44	0.52	0.0123	0.3129	0.2337
C18:3	0.28	0.22	0.19	0.22	0.23	0.03	0.1312	0.9102	0.1712
سایر others	1.41	4.52	3.6	2.95	3.21	1.94	0.3363	0.4467	0.7824

[۱]میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P< 0.05)

[1]Means in a row with different superscripts differ significantly (P<0.05)

در مطالعات دیگر نیز (۹ و ۲) هنگام تغذیه مکمل چربی کـاهش در اسیدهای چرب کوتاه و متوسط زنجیر و افزایش در اسیدهای چرب بلند زنجیر مشاهده شد. برنارد و همکاران (۸) گزارش کردند که تغذیه چربی محافظت شده، اسیدهای چرب شیر را متناسب با مقدار آنها در مکمل چربی افزایش می‌دهد. در مطالعه کیم و همکاران (۳۳) تغذیـه چربی بصورت نمک کلسیمی اسید چرب و سویای اکسترود شده باعث افزایش میزان اسیدهای چرب غیراشباع شیر شد کـه علـت آن، فـرار اسیدهای چرب از بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای ذکر گردید.

اسیدهای چرب بلند زنجیر شیر از طریق ممانعت از فعالیت آنزیم استیل کوآ کربوکسیلاز یا ممانعت از چسبیدن اسیدهای چرب کوتاه یا متوسط زنجیر به موقعیت ۲ و ۳ گلیسرول باعث کاهش این اسیدهای چرب شیر می‌شوند(۲۹). با توجه به افزایش معنـی‌دار میـزان C18:2 شیر در جیره‌های حاوی مکمل‌های چربـی A و B مـی‌تـوان نتیجـه گرفت که مکمل چربی به میزان کمی تحت تأثیر بیوهیدروژناسـیون شکمبه قرارگرفته است و احتمالاً سنتز دنووی اسیدهای چرب در غده پستان را از طریق مهار استیل کو آنـزیم آ کربوکسـیلاز کـاهش داده است.

در غده پستان نشخوارکنندگان، اسیدهای چرب غیراشباع تک باند از طریق جذب مستقیم یا به وسیله غیراشباع کردن اسـیدهای چـرب اشباع C14:0، C16:0 و C18:0 توسط آنزیم دلتا ۹ دسچوراز افزایش می‌یابند(۷ و ۲۱). به نظر می‌رسد نسـبت بـالای C14:1 در مطالعـه حاضر می‌تواند به علت مکانیسم ذکر شده باشد.

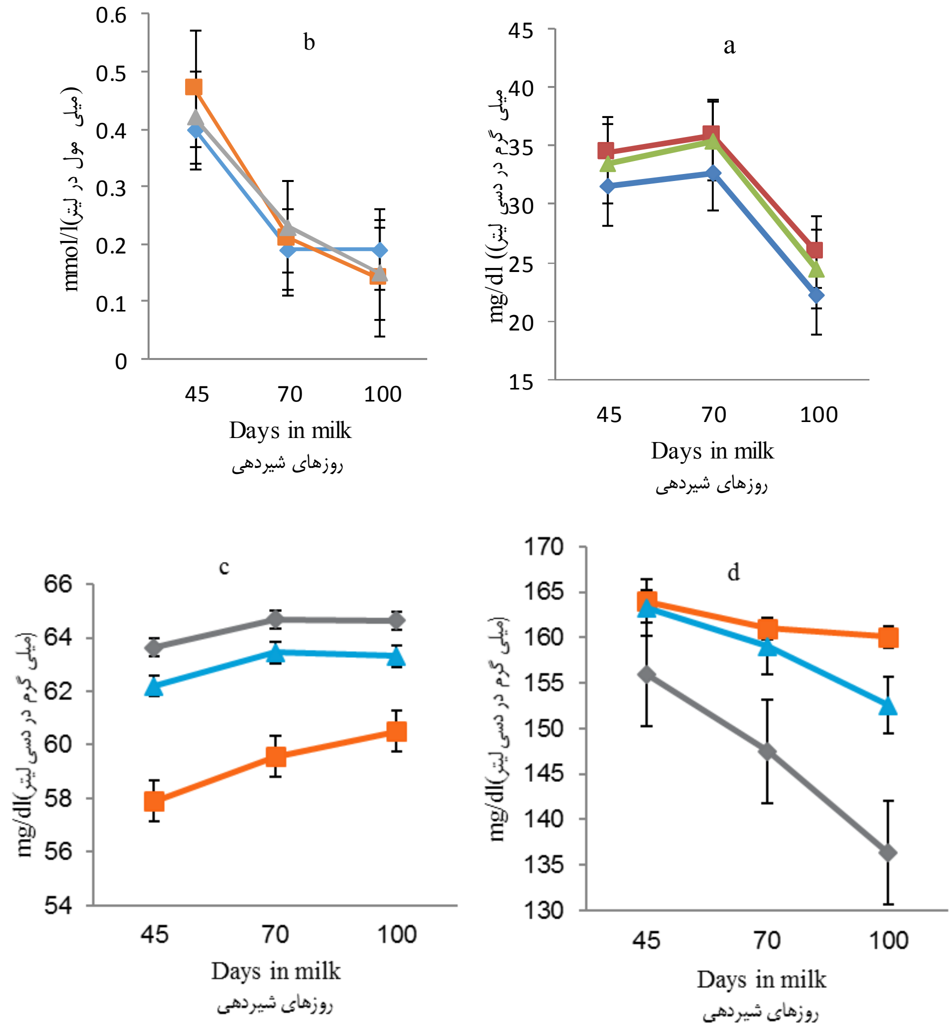
نتایج مربوط به ترکیبات خون گاوها در جـدول ۷ گـزارش شـده است.. از نظر غلظت کلسترول خون بین جیره حاوی مکمل چربی A و جیره شاهد اختلاف معنی‌داری وجود داشت(P≤ ۰/۰۵) اما با جیره حاوی مکمل چربی B تفاوت نداشت. شکل ۴-د الگوی این افـزایش را نشان می‌دهد. سایر محققین افزایش در غلظت کلسترول پلاسما را هنگام تغذیه مکمل چربی در گاوهای شیری نشان دادند، که احتمالا در نتیجه افزایش نیاز کلسترول برای هضـم، جـذب و انتقـال مقـدار افزایش یافته اسیدهای چرب رسیده بـه روده کوچـک اسـت(۲۰). بـا توجه به مطالب فوق به نظر می‌رسـد افـزایش کلسـترول در مطالعـه حاضر نیز به علت عبوری بودن مکمل چربی و در نتیجه آن افـزایش ورود میزان اسیدهای چرب به روده باشد.

جیره حـاوی مکمـل چربـی A باعـث افـزایش میـزان NEFA پلاسما نشد و نتایجی مشابه جیره شاهد و جیره حاوی مکمل چربـی B داشت. با توجه بـه ارتبـاط مسـتقیم متابولیسـم NEFA و تـری-گلیسرید (۳۶) و عدم تأثیر تیمارهـای آزمایشـی بـر میـزان NEFA، میزان تری‌گلیسرید نیز تغییر نکرد. با این حال گزارش شده است کـه مکمل چربی می‌تواند غلظت NEFA خون را در دوره انتقال و اوایـل شیردهی افزایش دهد (۴۹). فعّالیّت انسولین در پی مکمّل‌سازی چربی در جیره مختل شده که منجر به رهاسازی مجدّد اسیــد چرب از بافت چربی بدن می‌شود (۴۰).

نظر به این‌که مطالعه حاضر ۳۰ روز پس از زایش انجام شده است غلظت‌های NEFA، گلوکز و تری‌گلیسرید تحت تأثیر افزودن مکمل چربی قرار نگرفتند. همچنین غلظت‌های گلوکز و NEFA در محدوده طبیعی بودند که نشان می‌دهد گاوهـای مـورد مطالعـه دچـار کتـوز

نیستند.

برخی از مطالعات عدم تأثیر تیمارهای حاوی پودر چربی بر گلوکز خون را ناشی از مهار فعالیت آنزیم فسفوانول پیرووات کربوکسی‌کیناز در چرخه گلکونئوژنز توسط برخی از اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه (32) و ممانعت از اکسیداسیون گلوکز (۲۷) می‌دانند. با توجه به افزایش تولید شیر در جیره‌های حاوی مکمل چربی در مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که دلیل عدم تفاوت در میزان گلوکز پلاسما، شرکت گلوکز اضافی در تولید لاکتوز است.



شکل ٤– میانگین فراسنجه‌های خونی گاوهای دریافت کننده جیره شاهد (♦) جیره حاوی مکمل چربی A (■) و جیره حاوی مکمل چربی B (▲). a. تری‌گلیسرید، b. NEFA، c. گلوکز، d. کلسترول.

Figure 4- Blood parameters average in control (♦), Supplement A (■) and Supplement B (▲). a. triglyceride b. Non Esterified Fatty Acid (NEFA) c. glucose d. cholesterol

جدول۷- اثر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی(میلی‌گرم در دسی‌لیتر)

Table5- Effect of experimental diets on blood parameters(mg/dl)

مورد Item	شاهد Control	جیره Diet حاوی مکمل چربی A Supplement A	 حاوی مکمل چربی B Supplement B	شکم زایش Parity شکم زایش۱ Primiparous	 چند شکم زایش Multiparous	SEM	P value جیره Diet	 شکم زایش Parity	 شکم زایش*جیره Diet*Parity	 هفته week	 هفته*جیره Diet*week
گلوکز Glucose	64.32	59.33	62.99	63.34	61.08	2.55	0.38	0.4501	0.7823	0.0602	0.8742
اسیدهای چرب غیر استریفه NEFA[2](mmol/l)	0.26	0.27	0.27	0.25	0.29	0.02	0.24	<0.0001	0.7511	<0.0001	0.6012
تری‌گلیسرید triglyceride	28.79	32.04	31.12	30.13	31.17	1.25	0.13	0.4341	0.4821	<0.0001	0.9328
کلسترول Cholesterol	146.62[b]	161.69[a]	158.28[a]	153.38	157.68	4.21	0.04	0.3852	0.9632	<0.0001	<0.0001

[۱]میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند(P< 0.05)

[1]Means in column with different superscripts differ significantly (P<0.05)

[2]Non Esterified Fatty Acid

منابع

1.AbuGhazaleh, A. A. 2008. Effect of fish oil and sunflower oil supplementation on milk conjugated linoleic acid content for grazing dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 141: 220-232.
2.Ahmadpour, A., H. Aliarabi, M. Ghelich-Khan, A. P. Robert, and M. B. Rupert. 2017. Temporal changes in milk fatty acid distribution due to feeding different levels of rolled safflower seeds to lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science,100: 4484–4499.
3.Alipour, H., and H. Amanlu. 2012. Effect of whole soy bean levels on dairy Holstein cows performance in early lactation. Journal of Ruminant Research, 1(4): 31-46.
4.AOAC International. 2002. Official Methods of Analysis. 19th ed.AOAC International,Washington, DC.
5.Avial, C. D., E. J. Depeters, H. Perez-Monti, J. Taylor, and R. A. Zinn. 2000. Influences of saturation ratio of supplemental dietary fat on digestion and milk yield in dairy cows. Journal of Dairy Science, 83:1505-1519.
6.Ben Salem, M., and R. Bouraoui. 2008. Effects of calcium salts of palm fatty acids and protected methionine supplementation on milk production and composition and reproductive performances of early lactation dairy cows. International Journal of Dairy Science, 4: 187-193.
7.Benson, J. A., C. K. Reynolds, D. J. Humphries, S. M. Rutter, and D. E. Beever. 2001. Effects of abomasal infusion of long-chain fatty acids on intake, feeding behavior and milk production in dairy cows. Journal of Dairy Science, 84: 1182-1191.
8.Bernard, L., J. Rouel, C. Leroux, A. Ferlay, Y. Faulconnier, P. Legrand, and Y. Chilliard. 2005. Mammary lipid metabolism and milk fatty acid secretion in alpine goats fed vegetable lipids, Journal of Dairy Science, 88:1478-1489.
9.Bhatt, R.S., and A. Sahoo.2017. Effect of feeding complete feed block containing rumen protected protein, non-protein nitrogen and rumen protected fat on improving body condition and carcass traits of cull ewes. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 101:1147–1158.
10.Boeckaert, C., B. Vlaeminck, J. Dijkstra, A. Issa-Zacharia, T. Van Nespen, Van Straalen, W., and V. Fievez. 2008. Effect of dietary starch or micro algae supplementation on rumen fermentation and milk fatty acid composition of dairy cows. Journal of Dairy Science, 91: 4714-4727.
11.Brown-Crowder, E. I., S. P. Hart, M. Cameron, T. Sahlu, and A. L. Goetsch. 2001. Effects of dietary tallow level on performance of alpine does in early lactation. Small Ruminant Research, 39:233-241.
12.Canale, C. J., L. D. Muller, H. A. McCahon, T. J. Whitsel, G. A. Varga, and M. J. Larmore. 1990. Dietary fat and ruminally protected amino acids for high producing dairy cows. Journal of Dairy Science, 73:13۵.
13.Chalupa, W., B. Vecchiarelli, A. E. Elm, D. S. Kronfeld, D. Sklan, and D. L. Palmquist. 1986. Ruminal fermentation in vivo as influenced by long-chain fatty acids. Journal of Dairy Science, 69: 1293-130.
14.Chalupa, W., P. Moate, and R. Boston. 2002. Ruminal metabolism and intestinal digestion of fatty acids. Unpublished University of Pensilvania. Kennett square.
15.Chilliard, Y. 1993. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: a review. Journal of Dairy Science, 76: 3897.3931.
16.Chouinard, P. Y., V. Girard, and G. J. Brisson.1998. Fatty Acid Profile and Physical Properties of Milk Fat from Cows fed Calcium Salts of Fatty Acids with Varying Unsaturation. Journal of Dairy Science, 81:471–481.
17.Christie, W. W. 1982. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesteryl esters. Journal of Lipid Research, 23(7):1072-1075.
18.Church, D.C., and W.G. Pond.1988.Basic animal nutrition and feeding, 2nd edn. John Wiley & Sons, New York.
19.De Souza, J., B. Fernanda, and F. A. P. Santos. 2017. Effect of sources of calcium salts of fatty acids on production, nutrient digestibility, energy balance, and carryover effects of early lactation grazing dairy cows. Journal of Dairy Science, 100:1072–1085.
20.Douglas, G. N., J. Rehage, A. D. Beaulieu, A. O. Bahaa, and J. K. Drackley. 2007. Prepartum nutrition alters fatty acid composition in plasma, adipose tissue, and liver lipids of periparturient dairy cows. Journal of Dairy Science, 90:2941–2959.
21.Elmeddah, Y., M. Doreau, J. Rouel, and Y. Chilliard.1994.Effects of calcium salt supplementation on dairy cow performances in early lactation. Influence of the nature of concentrates. Annales de Zootechnie (Paris), 43:341–353.
22.Fatahnia, F., A. Nikkhah, M. J. Zamiri, and D. Kahrizi. 2008. Effect of dietary fish oil and soybean oil on milk production and composition of Holstein cows in early lactation. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 21:386–391.
23.Folch, J., M. Lees, and G. H. Sloane-Stanley.1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal Biology of Chemistry, 226:497–509.
24.Gandra, J. R., J. Freitas, E. Jose, M. Filho, and P. Francisco.2014. Soybean oil and calcium salts of fatty acids as fat sources for Holstein dairy cows in transition period. RevistaBrasileira de SaudeProducao Animal, 15(1):83-93.
25.Ganjkhanlu, M., K. Rezayazdi, GH. R. Ghorbani, H. Moravej, M. Dehghan-Banadaky, and M. R. Emami.2009.

Effect of two kind of protected fat in early lactation on dairy Holstein cows performance. Iranian Journal of Animal science,40(1):37-44.(In Persian).
26.Greco, L.F., J. N. Neto, A. Pedrico, R . A. Ferrazza, F. S. Lima, R. S. Bisinotto, N. Martinez, M. Garcia, E. S. Ribeiro, G. C. Gomes, and J. H. Shin. 2015. Effects of altering the ratio of dietary n-6 to n-3 fatty acids on performance and inflammatory responses to a lipopolysaccharide challenge in lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science. 98(1):602–617.
27.Grummer, R. R., and D. J. Carroll.1991. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. Journal of Animal Science, 69:3838–3852.
28.Grummer, R. R., M. L. Hatfield, and M. R. Dentine. 1990. Acceptability of fat supplements in four dairy herds. Journal of Dairy Science, 73:852-857.
29.Hansen, H. O., and J. Knudsen. 1987. Effect of exogenous long-chain fatty acids on lipid biosynthesis in dispersed ruminant mammary gland epithelial cells: esterification of long-chain exogenous fatty acids. Journal of Dairy Science, 70:1344–1349.
30.Hurley W. L., G. J. Warner, and R. R. Grummer. 1987. Changes in triglyceride fatty acid composition of mammary secretions during involution. Journal of Dairy Science, 70(11):2406-2410.
31.Jenkins, T. C.1993. Lipid metabolism in the rumen. Journal of Dairy Science, 76:3851– 3863.
32.Kim, D. H., H. J. Lee, S. M. Amanullah, A. T.Adesogan, and S. C. Kim. 2016. Effects of dietary n-6/n-3 fatty acid ratio on nutrient digestibility and blood metabolites of Hanwoo heifers. Animal Science Journal, 87(1):46-53.
33.Kim, Y. K., D. J. Schingoethe, D. P. Casper, and F. C. Ludens. 1993. Supplemental dietary fat from extruded soybeans and calcium soaps of fatty acids for lactating dairy cows. Journal Dairy Science, 76:197-204.
34.Klusmeyer, T. H., and J. H. Clark. 1991. Effects of dietary fat and protein on fatty acid flow to the duodenum and in milk produced by dairy cows. Journal of Dairy Science, 74:3055-3067.
35.Kokkonen, T., J. Taponen, M. Tuori, S. Lohenoja, and M. Kulcsar. 2004. Effect of fat supplementation in early lactation dairy cows. Journal of Animal and Feed Science,13:499-502.
36.Lohrenz, A. K., K. Duske, F. Schneider, K. Nürnberg, B. Losand, H. M. Seyfert, and H. M. Hammon. 2010. Milk performance and glucose metabolism in dairy cows fed rumen-protected fat during mid lactation. Journal of Dairy Science, 93(12):5867-5876.
37.M'hamed, D., P. Faverdin, and R. Verite. 2001. Effects of the level and source of dietary protein on intake and milk yield in dairy cows. Animal Research, 50: 205-211.
38.Mosley, S. A., E. E. Mosley, B. Hatch, J. I. Szasz, A. Corato, N. Zacharias, D. Howes, and M. A. McGuire. 2007. Effect of varying levels of fatty acids from palm oil on feed intake and milk production in Holstein cows. Journal of Dairy Science, 90: 987.993.
39.NRC.2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National Academic Press, Washington, DC.
40.Palmquist, D. L. and T. C. Jenkins.1980. Fat in lactation rations, Review. Journal of Dairy Science, 63:1–14.
41.Palmquist, D. L., and W. P. Weiss. 1994. Blood and hydrolyzed feather meals as sources of undegradable protein in high fat diets for cows in early lactation. Journal of Dairy Science, 77:1630-1643.
42.Palmquist, D. L. 1994. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. Journal of Nutrition, 124:1377S–1382S.
43.Rabiee, A. R., K. Breinhild, W. Scott, H. M. Golder, E. Block, and I. J. Lean. 2012. Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: A meta-analysis and meta regression. Journal of Dairy Science, 95:3225–3247.
44.Rodrigues, J. P. P., R. M. de Paula, L. N. Rennó, M. M. S. Fontes, A. F. Machado, S. Valadares Filho, P. Huhtanen, and M. I. Marcondes. 2017. Short-term effects of soybean oil supplementation on performance, digestion, and metabolism in dairy cows fed sugarcane-based diets. Journal of Dairy Science, 100:4435–4447.
45.Savsani, H., K . S. Murthy, J. P. Ramesh, A. Bhadaiya, and V. Kalaria. 2013. Effect of bypass fat supplementation on haematology, growth and reproductive performance in Jaffrabadi buffaloes. Asian Journal of Animal Science, 8(1):12-15.
46.Schauff, D. J., and J.H. Clark. 1992. Effects of feeding diets containing calcium salts of long-chain fatty acids to lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. 75:2990–3002.
47.Schroeder, G. F., G. A. Gagliostro, D. Becu-Villalobos, and I. Lacau-Mengido. 2002. Supplementation with partially hydrogenated oil in grazing dairy cows in early lactation. Journal of Dairy Science, 85:580– 594.
48.Storry, J. E., A. J. Hail, and V. W. Johnson. 1973. The effects of increasing amounts of dietary tallow on milk-fat secretion in the cow. Journal of Dairy Research, 40:293–299.
49.Sultana, H., T. Ishida, T. Shintaku, S. Kanda, and H. Itabashi. 2008. Effect of feeding Ca-salts of fatty acids from soybean oil and linseed oil on c9,t11-CLA production in ruminal fluid and milk of Holstein dairy cows. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 21: 1262 - 1270
50.Taghizaadeh, A., A. Abbasi-Moghadam, A. Safamehr, and Y. Mehmannavaz. 2011. Evaluation of the effects of nutrition of different levels of soybean oil in early lactation on milk production and composition and blood parameters of Holstein dairy cows. Journal of Animal Science Research, 22:17-26. (In Persian)
51.Teymouri, A., S. Karimzadeh, and H. Mirzaei. 2006. Functional feeding of dairy cows. Masih Ava Press, Page 205.

52. Van Keulen, J. Y. B. A., and B. A. Young. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, 44(2):282-287.
53. Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74:3583–3597.
54. Whitlock, L. A., D. J. Schingoethe, A. R. Hippen, K. F. Kalscheur, R. J. Baer, N. Ramaswamy, and K.M. Kasperson. 2002. Fish oil and extruded soybean fed in combination increase conjugated linoleic acids in milk of dairy cows more than when fed separately. Journal of Dairy Science, 85: 234-243.
55. Wildman, E. E., G. M. Jones, P. E. Wagner, R. L. Boman, H. F. Troutt, and T. N. Lesch. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. Journal of Dairy Science, 65:495–501.
56. Yang, S. L., D. P. Bu, J. Q. Wang, Z. Y. Hu, D. Li, H. Y. Wei, L.Y. Zhou, and J. J. Loor. 2009.Soybean oil and linseed oil supplementation affect profiles of ruminal microorganisms in dairy cows. Animal, 3:1562–1569.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 2, Summer 2021, p. 175-192

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص. ۱۹۲-۱۷۵

Effect of Calcium Salts of Fatty Acids on Performance and Milk Fatty Acids Profile in Holstein Cows

Javad nasiri[1], Hassan aliarabi[2*] and Pouya zamani[2]

Submitted: 20-06-20
Accepted: 13-09-20

Introduction Cows need a lot of energy to produce milk in early lactation. Due to the low dry matter intake in this period, it is necessary to increase diet energy concentration. Therefore, fat supplements are often used to increase the concentration of metabolizable energy for reduce mobilization of adipose tissue in fresh cows. Many studies shown that adding fat to diet of lactating cows, improves milk production and increases lactation persistency. Increasing milk yield by 2 to 10 percent was reported in cows receiving fat supplement compared to control. One of the limitations of using fat supplements for ruminant is its negative effects on digestion of fiber. In some studies, using of unprotected fat sources reduced digestibility of fibers and milk fat percentage in early lactation. In contrast, some researchers have reported that adding protected fats to the diet of lactating cows increased milk production and had not negative effect on milk fat. The reason for this was minimum effect of protected fat on ruminal fermentation. Usual protected fats include crystalline or prilled fatty acids, formaldehyde treated protein encapsulated fatty acids, hydrogenated lipids, fatty acyl amides and calcium salts of fatty acids. Calcium salts of fatty acids are lower degradable than other fat sources in rumen. More studies should be done because of the low production of calcium salts of fatty acids in Iran and as well as the demand for better quality of fat supplements.

Materials and Methods Twenty one Holstein cows were used under days in milk 30±8.5 with body weight 573 ± 69.4. The cows were divided into three groups (3primiparous and 4 multiparous) and were offered following rations for 100 days period:1- control (without fat supplementation), 2- ration containing fat supplement A (laboratory made for this research in Bu-Ali Sina University), 3- ration containing fat supplement B (Persia fat, Kimia Danesh Alvand Co, Tehran, Iran). Diets were designed to be iso-nitrogenous. After morning milking and before feeding, cows were weighed and body scored in 30, 70 and 100 days in milk. The cows were milked three times daily. The TMR was fed at 0530, 1430 and 2230hours daily. Feed intake and milk yield were recorded daily and weekly sampling was performed to determine milk, feed and feces compositions. Milk samples were analyzed for protein, fat and lactose. Feed and feces samples were analyzed for DM, Ash, CP, ether extract and ADF. Digestibility of ration nutrients was determined using acid insoluble ash as an indigestible marker. Blood samples were withdrawn on 45, 70 and 100 days in milk. Blood samples then were centrifuged at 4 ºC and 3000×g for 15 minutes. Then plasma was analyzed for glucose, cholesterol, triglyceride and non-esterified fatty acids. At the end of the experiment milk samples were collected to determine milk fatty acids profile. The fatty acids were determined using a direct method for fatty acid methyl ester synthesis using a gas chromatograph. Data were analyzed as a completely randomized design using the MIXED procedure of SAS.

Results and Discussion in this study using fat supplements had not effect on BCS. Dry matter intake was not affected by diets. Milk production were higher in cows receiving fat supplement A than control while was not different compared to fat supplement B. milk production increased significantly after two weeks. During the treatment period, control increased milk fat percentage. Milk fat increasing was started in second week of experiment. The amount of milk lactose increased due to the milk production increasing in cows receiving fat

1-PhD student, Animal nutrition, Animal science department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University
2-Associate professor, Ruminant nutrition, Animal science department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University
(*- Corresponding Author Email: h_aliarabi@yahoo.com)
DOI:10.22067/ijasr.v13i2.87392

supplement compared to control. FCM was not different between treatments. In this study, fat supplement A and B increased blood cholesterol. Amount of triglyceride increased but was not significant. NEFA and glucose were not affected by diets. C14:0, C14:1 and C18:2 were influenced by rations. Percent of C8:0 was higher in control than other treatments by 16 percent, it was not significant. Percent of C18:1 was higher in cows receiving fat supplement A and B than control, but was not significant. Rations had not affected on nutrients digestibility.

Conclusion according to the results, fat supplement A can be used as fat source in early lactation.

Key words: Calcium Salt of Fatty Acids, Dairy Cows, Milk production, Milk composition.